

AV

T 011794503/3,AB

011794503/3,AB

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2002 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011794503

WPI Acc No: 1998-211413/199819

XRPX Acc No: N98-167910

Process - capability evaluation simulator - has updating log output unit which provides display output of expansion petri net log obtained from updating unit

Patent Assignee: TOSHIBA KK (TOKE )

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 10058288	A	19980303	JP 96213704	A	19960813	199819 B

Priority Applications (No Type Date): JP 96213704 A 19960813

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 10058288	A		14	B23Q-041/08	

Abstract (Basic): JP 10058288 A

The simulator includes an expansion petri-net input part (2) which generate an expansion petri net based on the input, related to a process. An expansion petri-net holder (5) held with each expansion petri net generated by the expansion petri net input part. An updating unit (6) updates the state between each component of expansion petri net and provides a simulation evaluation of process.

An updating log output part (7) provides a display output of log obtains by the updating unit. A division unit divides an each component of desire part in the expansion petri-net.

ADVANTAGE - Provides flexible simulation of process component.

Dwg.1/18

?

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-58288

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月3日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 Q 41/08			B 2 3 Q 41/08	Z
G 0 5 B 17/02			G 0 5 B 17/02	
23/02		0360-3H	23/02	G

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平8-213704

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月13日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 陰山 正樹

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株

式会社東芝生産技術研究所内

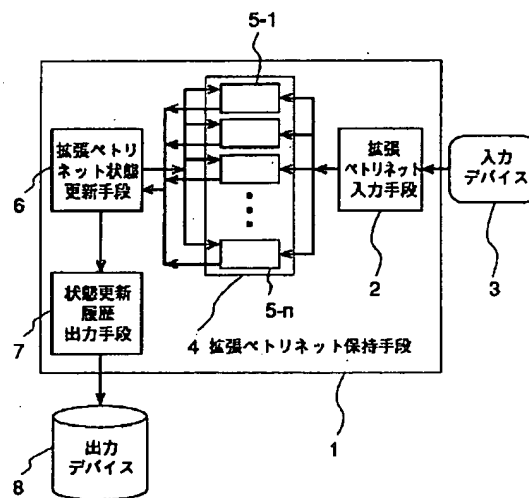
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 工程能力評価シミュレータ

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、工作機械等の独立した存在でありながら工程内で互いに影響し合って動作する工程要素のシミュレーションを柔軟に行う。

【解決手段】 工程に関する入力情報に基づいて拡張ペトリネット入力手段2により拡張ペトリネットを生成して拡張ペトリネット保持手段5に保持し、これら拡張ペトリネットを拡張ペトリネット状態更新手段6により参照し、その各要素間の取り得る状態を更新して工程に対するシミュレーション評価を行ってその履歴を状態更新履歴出力手段7により表示出力し、かつ拡張ペトリネット分割手段10により拡張ペトリネット中における所望部分の各要素を分割して新たな拡張ペトリネットとして再定義し、拡張ペトリネット通信手段11により各拡張ペトリネット間で関係付けられた各要素の状態変化を監視し、各要素間で情報の伝達を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 工程に関する入力情報に基づいて前記工程の機能を表すブレースやリンクを含む各要素から成る拡張ベトリネットを生成する拡張ベトリネット入力手段と、

この拡張ベトリネット入力手段により生成された前記各拡張ベトリネットをそれぞれ保持する拡張ベトリネット保持手段と、

この拡張ベトリネット保持手段に保持されている前記拡張ベトリネットを参照し、この拡張ベトリネットにおける前記各要素間の取り得る状態を更新して前記工程に対するシミュレーション評価を行う拡張ベトリネット状態更新手段と、

この拡張ベトリネット状態更新手段により得られた前記拡張ベトリネットの状態更新の履歴を表示出力する状態更新履歴出力手段と、を具備したことを特徴とする工程能力評価シミュレータ。

【請求項2】 前記拡張ベトリネット中における所望部分の各要素を分割して新たな拡張ベトリネットとして再定義し、これを再定義拡張ベトリネットとして前記拡張ベトリネット保持手段に渡す拡張ベトリネット分割手段を付加したことを特徴とする請求項1記載の工程能力評価シミュレータ。

【請求項3】 前記拡張ベトリネット保持手段に保持されている前記各拡張ベトリネット間で関係付けられた各要素の状態変化を監視し、これら要素の状態が変化したときに前記各要素間で情報の伝達を行う拡張ベトリネット通信手段を付加したことを特徴とする請求項1記載の工程能力評価シミュレータ。

【請求項4】 前記拡張ベトリネット入力手段は、ブレース、トランジション及びアークのベトリネットの基本要素に、前記ブレースと前記トランジションとの接続の抑止・許可を行うアーク、前記各トランジション間の状態変化を互いに制御するリンクを用いて前記拡張ベトリネットを生成する機能を有することを特徴とする請求項1記載の工程能力評価シミュレータ。

【請求項5】 前記拡張ベトリネット通信手段は、前記拡張ベトリネット中の所望のブレースと、この拡張ベトリネットとは別の前記拡張ベトリネット中の入出力ブレースとの間で状態変化を伝達し、前記所望のブレースに前記別の拡張ベトリネットの機能を持たせる機能を有することを特徴とする請求項3記載の工程能力評価シミュレータ。

【請求項6】 前記拡張ベトリネット中における所望部分の各要素を分割して新たな拡張ベトリネットとして再定義し、これを再定義拡張ベトリネットとして前記拡張ベトリネット保持手段に渡す拡張ベトリネット分割手段と、前記拡張ベトリネット中における所望部分の各要素を1つのブレースに置き換える置換え手段と、

この置換え手段により置き換えられた1つのブレースと、前記再定義拡張ベトリネット中の入出力ブレースとの間で状態変化を伝達し、前記1つのブレースに前記別の拡張ベトリネットの機能を持たせる拡張ベトリネット通信手段と、を付加したことを特徴とする請求項1記載の工程能力評価シミュレータ。

【請求項7】 前記拡張ベトリネット通信手段は、前記拡張ベトリネット保持手段に保持されている複数の前記拡張ベトリネットを参照し、これら拡張ベトリネット中の少なくとも1つの要素間の相互で状態変化の伝達を行う機能を有することを特徴とする請求項1記載の工程能力評価シミュレータ。

【請求項8】 前記拡張ベトリネット通信手段は、前記拡張ベトリネット保持手段に保持されている複数の前記拡張ベトリネットのうち工程を表す被参照拡張ベトリネット、前記工程のうち関係する工程要素の流れの特徴において分類し、それぞれを表す複数の被参照拡張ベトリネットの少なくとも1つの要素に対してこれら被参照拡張ベトリネット中の少なくとも1つの要素との間のそれぞれで相互に状態変化の伝達を行う機能を有することを特徴とする請求項7記載の工程能力評価シミュレータ。

【請求項9】 前記拡張ベトリネット通信手段は、前記拡張ベトリネット保持手段に保持されている複数の前記拡張ベトリネットのうち少なくとも、それぞれ異なる主体工程を表す複数の主拡張ベトリネット、これら主拡張ベトリネット間を接続するための接続拡張ベトリネット、前記主拡張ベトリネット中の少なくとも1つの要素を表す部分拡張ベトリネットを参照し、これら主拡張ベトリネット、接続拡張ベトリネット及び部分拡張ベトリネットの各要素間で相互に状態変化の伝達を行う機能を有することを特徴とする請求項1記載の工程能力評価シミュレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、生産システムの設計及び評価において設備等の工程要素を記述したシミュレーションモデルを用いて工程能力を評価する工程能力評価シミュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】 かかる工程能力評価シミュレータは、生産システムを構成する工作機械等の各工程要素の機能を記述し、これら工程要素の識別状態とその工程の取り得る状態を記述する情報を作成し、各工程要素間の関係を記述して、時間をパラメータとして定義して各工程要素の機能を順次起動する。

【0003】 そして、これら工程要素の機能の順次起動によって、各工程要素の状態を変化させ、各工程要素間の関係から状態変化を相互に伝達させることで、時間経過とともに生産システムがどのような挙動をとるかを追跡し、評価している。

【0004】このような工程能力評価シミュレータでは、上記機能を実現するために次のような方法が取られている。第1に、工程要素に結び付いたキーワードを宣言することにより各工程要素の識別情報及び状態を格納する記憶領域を作成し、かつ予めキーワードによって定義された簡単な工程要素の動作や工程要素間の状態伝達の仕方を組み合わせることによって、実際の工程要素の動作や工程要素間の情報伝達の仕方を関数として定義する。

【0005】そして、工程要素の状態を格納する記憶領域にキーワードにより予め初期値を与えておき、実行コマンドを与えることにより各関数を実行してシミュレーションを行う方法である。

【0006】この第1の方法では、全ての定義ある一定の文法に従いキーワードとデータ列を並べたモデル定義ファイルをシミュレーション処理系に与えるシミュレーション言語の形式を取るものとなっている。

【0007】第2に、工程要素を示すグラフィックシンボルを予め用意し、これらのシンボルをディスプレイ上に配置し、入/出力などの関係をポインティングデバイスなどで指定し、工程要素の初期状態や処理能力のパラメータなどは別途表形式データで入力することでモデルを定義する。

【0008】そして、シミュレーションの実行は、これらのグラフィックシンボルに対応してシミュレータが内部に持っているメソッドを起動して実行する方法である。或いは、工程要素を表形式のデータとして用意しておき、この表を工程要素の数だけ作成し、これら工程要素間の関係も表のデータの一部として記述する方法である。

【0009】これら第2の方法は、予め用意された工程要素のグラフィックシンボルを組み合わせるモデルを作成し、実際の動作はシミュレータ内部にビルトインされたメソッドを起動して実行するシミュレーションツールの形式をとるものである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記第1の方法のようにシミュレーションモデルを記述するには、ある程度以上のプログラミング能力が必要となり、一般の生産技術者に対して言語の学習など負担が大きくなる。

【0011】一方、第2の方法のように視覚的に部品を画面上に並べて、各部品の属性を設定してモデルを構築するシミュレーションツールを用いた場合、予め用意された部品/属性のなかに実際のシステムで使用する工程要素と等価なものがない場合には、正確なモデリングができず、これを回避するには用意する部品を増やし続けなければならない。

【0012】又、工作機械等の各工程要素の間には、ワークの流れだけでなく制御情報などの流れも存在する

が、視覚的にシミュレーションモデルを構築する場合には、これらワークや制御情報の流れ等のそれぞれ異なった流れを区別して表示することが困難である。

【0013】そこで本発明は、工作機械等の独立した存在でありながら工程内で互いに影響し合って動作する工程要素のシミュレーションを柔軟にできる工程能力評価シミュレータを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1によれば、工程に関する入力情報に基づいて工程の機能を表すブレースやリンクを含む各要素から成る拡張ベトリネットを生成する拡張ベトリネット入力手段と、この拡張ベトリネット入力手段により生成された各拡張ベトリネットをそれぞれ保持する拡張ベトリネット保持手段と、この拡張ベトリネット保持手段に保持されている拡張ベトリネットを参照し、この拡張ベトリネットにおける各要素間の取り得る状態を更新して工程に対するシミュレーション評価を行う拡張ベトリネット状態更新手段と、この拡張ベトリネット状態更新手段により得られた拡張ベトリネットの状態更新の履歴を表示出力する状態更新履歴出力手段と、を備えた工程能力評価シミュレータである。

【0015】このような工程能力評価シミュレータであれば、工程に関する入力情報に基づいて拡張ベトリネット入力手段により工程の機能を表すブレースやリンクを含む各要素から成る拡張ベトリネットを生成し、これら拡張ベトリネットをそれぞれ拡張ベトリネット保持手段で保持する。

【0016】そして、これら保持されている拡張ベトリネットを拡張ベトリネット状態更新手段により参照し、この拡張ベトリネットにおける各要素間の取り得る状態を更新して工程に対するシミュレーション評価を行い、この得られた拡張ベトリネットの状態更新の履歴を状態更新履歴出力手段により表示出力する。

【0017】このようにそれぞれ異なる各工程を各拡張ベトリネットとして保持し、これら拡張ベトリネットを参照して工程に対するシミュレーションを行うので、工作機械等の独立した存在でありながら工程内で互いに影響し合って動作する工程要素のシミュレーション評価を柔軟にできる。

【0018】請求項2によれば、請求項1記載の工程能力評価シミュレータにおいて、拡張ベトリネット中における所望部分の各要素を分割して新たな拡張ベトリネットとして再定義し、これを再定義拡張ベトリネットとして拡張ベトリネット保持手段に渡す拡張ベトリネット分割手段を付加した。

【0019】このような工程能力評価シミュレータであれば、拡張ベトリネット中を分割して新たな拡張ベトリネットを再定義でき、この再定義拡張ベトリネットを例えば工作機械などの工程要素として表すことができる。

【0020】請求項3によれば、請求項1記載の工程能

力評価シミュレータにおいて、拡張ベトリネット保持手段に保持されている各拡張ベトリネット間で関係付けられた各要素の状態変化を監視し、これら要素の状態が変化したときに各要素間で情報の伝達を行う拡張ベトリネット通信手段を付加した。

【0021】このような工程能力評価シミュレータであれば、各拡張ベトリネット間の各要素間で状態変化の情報、すなわち互いに異なる工程間での工作機械等の状態変化の情報を伝達することができる。

【0022】請求項4によれば、請求項1記載の工程能力評価シミュレータにおいて、拡張ベトリネット入力手段は、プレース、トランジション及びアークのベトリネットの基本要素に、プレースとトランジションとの接続の抑止・許可を行うアーク、各トランジション間の状態変化を互いに制御するリンクを用いて拡張ベトリネットを生成する機能を有する。

【0023】このような工程能力評価シミュレータであれば、工程に関する入力情報に基づいて、工程の機能を表すベトリネットの基本要素に、プレースとトランジションとの接続の抑止・許可を行うアーク、各トランジション間の状態変化を互いに制御するリンクを含む拡張ベトリネットを生成する。

【0024】請求項5によれば、請求項3記載の工程能力評価シミュレータにおいて、拡張ベトリネット通信手段は、拡張ベトリネット中の所望のプレースと、この拡張ベトリネットとは別の拡張ベトリネット中における入出力プレースとの間で状態変化を伝達し、所望のプレースに別の拡張ベトリネットの機能を持たせる機能を有する。

【0025】このような工程能力評価シミュレータであれば、例えば一方の拡張ベトリネット中の所望プレースと他方の拡張ベトリネット中の入出力プレースとの間で状態変化の伝達ができ、一方の拡張ベトリネット中の所望プレースを他の工程として作用できる。

【0026】請求項6によれば、請求項1記載の工程能力評価シミュレータにおいて、拡張ベトリネット中における所望部分の各要素を分割して新たな拡張ベトリネットとして再定義し、これを再定義拡張ベトリネットとして拡張ベトリネット保持手段に渡す拡張ベトリネット分割手段と、拡張ベトリネット中における所望部分の各要素を1つのプレースに置き換える置換え手段と、この置換え手段により置き換えられた1つのプレースと、再定義拡張ベトリネット中の入出力プレースとの間で状態変化を伝達し、1つのプレースに別の拡張ベトリネットの機能を持たせる拡張ベトリネット通信手段と、を付加した。

【0027】このような工程能力評価シミュレータであれば、拡張ベトリネット中から分割した各要素を1つのプレースに置き換え、かつこのプレースと分割して再定義された拡張ベトリネットとの間で状態変化の伝達を行

うことにより、シミュレーションモデルを構造化できる。

【0028】請求項7によれば、請求項1記載の工程能力評価シミュレータにおいて、拡張ベトリネット通信手段は、拡張ベトリネット保持手段に保持されている複数の拡張ベトリネットを参照し、これら拡張ベトリネット中の少なくとも1つの要素間の相互で状態変化の伝達を行う機能を有する。

【0029】このような工程能力評価シミュレータであれば、複数の拡張ベトリネット中の要素間の相互で状態変化の伝達を行うことにより、例えばそれぞれ異なる複数の工程間で相互に状態変化の伝達ができる。

【0030】請求項8によれば、請求項7記載の工程能力評価シミュレータにおいて、拡張ベトリネット通信手段は、前記拡張ベトリネット保持手段に保持されている複数の前記拡張ベトリネットのうち工程を表す被参照拡張ベトリネット、前記工程のうち関係する工程要素の流れの特徴において分類し、それぞれを表す複数の被参照拡張ベトリネットの少なくとも1つの要素に対してこれら被参照拡張ベトリネット中の少なくとも1つの要素との間のそれぞれで相互に状態変化の伝達を行う機能を有する。

【0031】このような工程能力評価シミュレータであれば、複数の拡張ベトリネットのうち例えば工程全体を物の流れと人間の流れとを表す被参照拡張ベトリネットを用いることにより、生産システムをそれぞれ異なった視点からシミュレーションモデル化できる。

【0032】請求項9によれば、請求項1記載の工程能力評価シミュレータにおいて、拡張ベトリネット通信手段は、拡張ベトリネット保持手段に保持されている複数の拡張ベトリネットのうち少なくとも、それぞれ異なる主工程を表す複数の主拡張ベトリネット、これら主拡張ベトリネット間を接続するための接続拡張ベトリネット、主拡張ベトリネット中の少なくとも1つの要素を表す部分拡張ベトリネットを参照し、これら主拡張ベトリネット、接続拡張ベトリネット及び部分拡張ベトリネットの各要素間で相互に状態変化の伝達を行う機能を有する。

【0033】このような工程能力評価シミュレータであれば、主拡張ベトリネット、接続拡張ベトリネット及び部分拡張ベトリネットの各要素間で相互に状態変化の伝達を行うことにより、構造化したシミュレーションモデルを作成し、単純な構造にして複雑な動作ができる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は工程能力評価シミュレータの機能ブロック図である。この工程能力評価シミュレータ1には、拡張ベトリネット入力手段2が備えられている。

【0035】この拡張ベトリネット入力手段2は、入力

デバイス3からの工程に関する入力情報を受け取り、この入力情報に基づいて工程能力評価シュミレータ1の内部で使用する形式の拡張ベトリネット、すなわち工程の機能を表すブレースやリンクを含む各要素から成る拡張ベトリネット及び初期状態を生成する機能を有している。

【0036】なお、入力デバイス3から与えられる入力情報は、例えばタイプライタ又は電子的ファイルから得られる文字データやグラフィックイメージ等である。ここで、拡張ベトリネットの基本要素について図2に示す拡張ベトリネットの基本要素を参照して説明する。

【0037】同図(a)に示すようにブレースP、トークンK、アークA及びトランジションTをベトリネット符号の基本要素とし、これらブレースPとトランジションTとをアークAを介して交互に接続した構造を基本とする。

【0038】このうちブレースPは、例えば工程要素である工作機械を表し、待機状態及び停止状態及びその他複数の状態を持つことができるものである。トークンKは、例えば工作機械間に流れるワークや作業員の流れを表し、ブレースPの待機状態及び停止状態以外の状態を記述するものである。

【0039】アークAは、ブレースPとトランジションTとの間を接続してトークンKによる情報伝達方向を指定するものである。トランジションTは、情報伝達方向の指定されたアークAによってブレースPに接続するものである。

【0040】しかるに、拡張ベトリネット符号は、これらベトリネットの基本要素に、同図(b)～同図(f)に示す抑止アーク $Q_a$ 、許可アーク $Q_b$ 、抑止リンク $R_a$ 、許可リンク $R_b$ 、排他リンク $R_c$ の各要素を加えて制御する機能を拡張したものである。

【0041】抑止アーク $Q_a$ 及び許可アーク $Q_b$ は、それぞれブレースPとトランジションTとの接続の抑止・許可を行うものである。抑止リンク $R_a$ 、許可リンク $R_b$ 及び排他リンク $R_c$ は、それぞれ各ブレースP間の状態変化を互いに制御するものである。

【0042】このうち、抑止リンク $R_a$ は、図2(d)に示すようにリンクの制御側に接続されたブレース $P_1$ がトークンKによって状態を記述されているときに、リンクの被制御側に接続されたブレース $P_2$ の状態変化を抑止するものである。

【0043】許可リンク $R_b$ は、同図(e)に示すようにリンクの制御側に接続されたブレース $P_1$ がトークンKによって状態を記述されているときに、リンクの被制御側に接続されたブレース $P_2$ の状態変化を許可するものである。

【0044】排他リンク $R_c$ は、同図(f)に示すようにリンクの制御側に接続されたブレース $P_1$ が待機状態にあるときに、リンクの被制御側に接続されたブレースP

$_2$ の状態変化を抑止し、かつリンクの制御側に接続されたブレース $P_1$ が待機状態からトークンKにより記述される状態に変化し、その後制御側に接続されたブレース $P_1$ が待機状態に変化したとき、制御方向情報の制御側と被制御側を入れ換えるものである。

【0045】従って、拡張ベトリネット入力手段2は、入力デバイス3からの入力情報に基づいて図2に示す拡張ベトリネットの各要素間を接続し、例えば図3に示すよう4つのトランジション $T_1 \sim T_4$ （このうち $T_3$ は動作トランジション）及び例えば工作機械を表す2つの入力ブレース $P_1$ 、 $P_2$ と1つの出力ブレース $P_3$ をアークAを介して接続し、1つの工程を表す拡張ベトリネットを生成する機能を有する。

【0046】拡張ベトリネット保持手段4は、拡張ベトリネット入力手段2により生成された各拡張ベトリネットのデータをそれぞれ異なった拡張ベトリネット記憶領域 $5-1 \sim 5-n$ に格納して保持する機能を有している。

【0047】拡張ベトリネット状態更新手段6は、拡張ベトリネット保持手段4の各拡張ベトリネット記憶領域 $5-1 \sim 5-n$ にそれぞれ格納されている拡張ベトリネットのデータを参照し、これらの拡張ベトリネットにおける各ブレースPなどの間の取り得る状態を更新して工程に対するシミュレーション評価を行う機能を有している。

【0048】すなわち、拡張ベトリネット状態更新手段6は、各拡張ベトリネットを拡張ベトリネット保持手段4から検索し拡張ベトリネットの初期状態を参照し、状態の更新をすべきブレースPを指定する。そして、アークAやリンクRにより関係付けられた要素間で状態を伝達することでシミュレーションを実行する機能を有している。

【0049】又、拡張ベトリネット状態更新手段6は、拡張ベトリネット保持手段4内の拡張ベトリネットの状態変化を監視し、この状態変化を状態更新履歴出力手段7に伝達する機能を有している。

【0050】ここで、拡張ベトリネット状態更新手段6による拡張ベトリネットの状態変化について具体的に説明する。図4は上記図3に示すベトリネットの基本的な状態変化動作を示す概念図である。

【0051】動作トランジション $T_3$ は、入力側の全てのブレース $P_1$ 、 $P_2$ がトークンKによって状態が記述され、出力側の全てのブレース $P_3$ が待機状態にある場合に、入力側の全てのブレース $P_1$ 、 $P_2$ のトークンKを消去して待機状態とし、出力側の全てのブレース $P_3$ にトークンKにより状態を記述する。

【0052】図4の状態イにおいて、入力ブレース $P_2$ がトークンKによって状態が記述されている。この状態イでは、入力ブレース $P_1$ は状態が記述されていないので、動作トランジション $T_3$ は、アークAを介して接続

されている各ブレース $P_1$ 、 $P_2$ の状態を参照した結果、状態は現状で保持される。

【0053】状態ロにおいて、入力ブレース $P_1$ が新たにトークンKによって状態が記述されたことにより、動作トランジション $T_3$ は、各ブレース $P_1$ 、 $P_2$ の状態を参照し、これら入力ブレース $P_1$ 、 $P_2$ のトークンKを消去し、出力ブレース $P_3$ にトークンKを記述し、状態ハに変化する。

【0054】一方、状態ニにおいて、入力ブレース $P_2$ 及び出力ブレース $P_3$ がトークンKによって状態が記述されている。次に状態ホにおいて、上記状態ロと同様に、入力ブレース $P_1$ がトークンKによって状態が記述されても、出力ブレース $P_3$ が既にトークンKによって状態が記述されているので、動作トランジション $T_3$ は状態を変更せずに現状で保持する。

【0055】ここで、状態ヘにおいて、他のトランジション $T_4$ が出力ブレース $P_3$ のトークンKを消去し、待機状態に変化させたときに動作トランジション $T_3$ は接続する各ブレース $P_1$ 、 $P_2$ の状態変化を行い、状態ハにする。

【0056】次に抑止アーク $Q_a$ 及び許可アーク $Q_b$ の状態変化動作について説明する。図5は抑止アーク $Q_a$ を接続した拡張ペトリネットの一例を示す図であり、図6はかかる抑止アーク $Q_a$ の状態変化動作を示す概念図である。

【0057】状態イにおいて、入力ブレース $P_1$ にトークンKが記述されている。状態ロにおいて、トークンKにより入力ブレース $P_2$ に状態が記述されたとき、動作トランジション $T_3$ は抑止アーク $Q_a$ で接続された入力ブレース $P_1$ はトークンKによって状態が記述されているので、状態変更が抑止され、各ブレース $P_1$ 、 $P_2$ の状態を現状で保持する。

【0058】次に状態ハにおいて、入力ブレース $P_1$ のトークンKが消去されたときに、動作トランジション $T_3$ は入力ブレース $P_2$ と出力ブレース $P_3$ の状態を上記図4に示す状態ハと同様に状態ニに変更する。

【0059】一方、図7は抑止アーク $Q_b$ を接続した拡張ペトリネットの一例を示す図であり、図8はかかる抑止アーク $Q_b$ の状態変化動作を示す概念図である。状態イの抑止アーク $Q_b$ を含んだ拡張ペトリネットから状態ロに移り、トークンKにより入力ブレース $P_2$ に状態が記述されたとき、動作トランジション $T_3$ は許可アーク $Q_b$ で接続された入力ブレース $P_1$ は待機状態にあり、状態が記述されていないので各ブレース $P_1$ 、 $P_2$ の状態を現状で保持する。

【0060】次に状態ハにおいて、入力ブレース $P_1$ にトークンKにより状態が記述されたときに動作トランジション $T_3$ は入力ブレース $P_2$ と出力ブレース $P_3$ の状態を状態ニに変更する。

【0061】ここで、抑止アーク $Q_a$ や許可アーク $Q_b$

で接続されたブレースの状態は、これら抑止アーク $Q_a$ 、許可アーク $Q_b$ に接続するトランジションによって変更されない。

【0062】しかし、これらのブレースは、他のトランジションと接続することができるので、他のトランジションによって状態変化することができる。次に、抑止リンク $R_a$ 、許可リンク $R_b$ 及び排他リンク $R_c$ の状態変化動作について説明する。

【0063】図9は抑止リンク $R_a$ の状態変化動作を示す概念図である。制御ブレース $P_1$ と被制御ブレース $P_2$ とは、抑止リンク $R_a$ を介して接続されている。

【0064】ここで、制御ブレース $P_1$ 及び被制御ブレース $P_2$ は、それぞれ図10(a)(b)に示すように白丸で状態変化可能ブレースを示し、斜線丸で状態変化不可能ブレースを示す。

【0065】制御ブレース $P_1$ にトークンKが記述されていない場合には、被制御ブレース $P_2$ は通常のブレースと同様にトランジションにより状態が変化するが、制御ブレース $P_1$ がトークンKにより状態が記述された場合には、制御ブレース $P_1$ が待機状態になるまで、被制御ブレース $P_2$ が記述されているいかに関わらず状態変化することができなくなる。

【0066】図11は許可リンク $R_b$ の状態変化動作を示す概念図である。制御ブレース $P_1$ と被制御ブレース $P_2$ とは、許可リンク $R_b$ を介して接続されている。

【0067】制御ブレース $P_1$ にトークンKが記述されていない場合には、制御ブレース $P_1$ がトークンKによって状態が記述されるまで、被制御ブレース $P_2$ は状態が記述されているいかに関わらず状態変化することができなくなるが、制御ブレース $P_1$ がトークンKにより状態が記述された場合には、被制御ブレース $P_2$ は通常のブレースと同様にトランジションにより状態が変化する。

【0068】図12は排他リンク $R_c$ の状態変化動作を示す概念図である。状態イ又は状態ニが初期状態である。初期状態において、制御ブレース $P_1$ は状態変化が可能であるが、被制御ブレース $P_2$ は状態変化が不可能である。

【0069】状態ロ→状態ハ又は状態ニ→状態ホのように制御ブレース $P_1$ がトークンKによって状態が記述され、ついでトークンKが消去されることにより、排他リンク $R_c$ は制御ブレース $P_1$ の状態変化を不可能とし、被制御ブレース $P_2$ の状態変化を可能とし、排他リンク $R_c$ 自体が結ぶ制御/被制御を入れ換える。

【0070】状態イ及び状態ニは、相互に制御/被制御を入れ換えた後の排他リンク $R_c$ の状態を示している。状態更新履歴出力手段7は、拡張ペトリネット状態更新手段6のシミュレーション実行により得られた拡張ペトリネットの状態更新の履歴を、すなわちシミュレーション評価結果を出力デバイス8に表示出力する機能を有し

ている。

【0071】なお、出力デバイス8は、電子的ファイルの形式やグラフィックアニメーションの形式等によりディスプレイ画面上に表示するものである。次に上記の如く構成されたシミュレータの作用について説明する。

【0072】タイプライタ又は電子的ファイルから得られる文字データやグラフィックイメージ等の工程に関する入力情報が入力デバイス3を通して拡張ベトリネット入力手段2に伝達される。

【0073】この拡張ベトリネット入力手段2は、工程に関する入力情報を受け取り、この入力情報に基づいて、図2に示す拡張ベトリネットの基本要素、すなわちプレースP、トークンK、アークA、トランジションT、さらに抑止アーク $Q_a$ 、許可アーク $Q_b$ 、抑止リンク $R_a$ 、許可リンク $R_b$ 、排他リンク $R_c$ を用いて、例えば生産システム中の1つの工程を表す図3や図5に示す拡張ベトリネット及びその初期状態を生成する。

【0074】なお、これら図3及び図5に示す各拡張ベトリネットは、抑止アーク $Q_a$ 、許可アーク $Q_b$ 、抑止リンク $R_a$ 、許可リンク $R_b$ 、排他リンク $R_c$ を含んでいない。

【0075】この拡張ベトリネット入力手段2により生成された各拡張ベトリネットのデータは、それぞれ拡張ベトリネット保持手段4によりそれぞれ異なった拡張ベトリネット記憶領域5-1〜5-n、例えば図3に示す拡張ベトリネットは拡張ベトリネット記憶領域5-1に格納され、図5に示す拡張ベトリネットは拡張ベトリネット記憶領域5-2に格納され保持される。

【0076】拡張ベトリネット状態更新手段6は、拡張ベトリネット保持手段4の各拡張ベトリネット記憶領域5-1〜5-nにそれぞれ格納されている拡張ベトリネットのデータを参照し、これらの拡張ベトリネットにおける各プレースPなどの間の取り得る状態を更新して工程に対するシミュレーション評価を行う。

【0077】例えば図3に示す生産システム中の1つの工程を表す拡張ベトリネットであれば、2つの入力プレース $P_1$ 、 $P_2$ 及び出力プレース $P_3$ をそれぞれ工作機械とし、かつこれらプレース $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ にそれぞれ加工時間や故障発生率等の条件を与える。

【0078】そして、これらプレース $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 間に被加工物（ワーク）等を表すトークンKをアークAの経路に沿って流す。このような生産システム中の工程において、図4の状態口に示すように、一方の工作機械である入力プレース $P_1$ に新たにトークン（ワーク）Kが入ると、この入力プレース $P_1$ において加工時間の経過を待つ。

【0079】続いて、状態口に示すように、他方の工作機械である入力プレース $P_2$ に新たにトークン（ワーク）Kが入ると、この入力プレース $P_2$ において加工時間の経過を待つ。

【0080】動作トランジション $T_3$ は、それぞれ工作機械である各プレース $P_1$ 、 $P_2$ の状態を参照し、これら工作機械でそれぞれ加工時間が経過すると、各入力プレース $P_1$ 、 $P_2$ のトークンKを消去し、ワークを次の工作機械であるプレース $P_3$ に渡して出力プレース $P_3$ にトークンKを記述し、状態ハに変化する。

【0081】一方、状態ニにおいて、それぞれ工作機械である入力プレース $P_2$ 及び出力プレース $P_3$ にワークがあり、これらプレース $P_2$ 、 $P_3$ がトークンKによって状態が記述されている。

【0082】次に状態ホにおいて、上記状態ロと同様に、一方の工作機械にワークが入り、入力プレース $P_1$ がトークンKによって状態が記述されても、出力プレース $P_3$ において加工時間が経過せず、トークンKによって状態が記述されてれば、動作トランジション $T_3$ は状態を変更せずに現状で保持する。

【0083】ここで、状態ヘに移り、加工機械の出力プレース $P_3$ の加工時間が経過すると、トランジション $T_4$ は出力プレース $P_3$ のトークンKを消去し、待機状態に変化させたときに動作トランジション $T_3$ は接続する各プレース $P_1$ 、 $P_2$ の状態変化を行い、状態ハにする。

【0084】このように拡張ベトリネット状態更新手段6は、拡張ベトリネットにおける各プレースPなどの間の取り得る状態を更新することによりトークン（ワーク）Kの流れを繰り返し、例えば所定期間における製品生産数、生産効率、歩留まりなどの工程に対するシミュレーション評価を行う。

【0085】状態更新履歴出力手段7は、拡張ベトリネット状態更新手段6のシミュレーション実行により得られた拡張ベトリネットの状態更新の履歴を、すなわちシミュレーション評価結果をディスプレイ画面等の出力デバイス8に電子的ファイルの形式やグラフィックアニメーションの形式等により表示出力する。

【0086】このように上記第1の実施の形態においては、工程に関する入力情報に基づいて拡張ベトリネット入力手段2により工程の機能を表すプレースやリンクを含む各要素から成る拡張ベトリネットを生成し、これら拡張ベトリネットをそれぞれ拡張ベトリネット保持手段5で保持し、これら保持されている拡張ベトリネットを拡張ベトリネット状態更新手段6により参照してこの拡張ベトリネットにおける各要素間の取り得る状態を更新して工程に対するシミュレーション評価を行い、この得られた拡張ベトリネットの状態更新の履歴を状態更新履歴出力手段7により表示出力するので、工作機械等の独立した存在でありながら生産システム中の工程内で互いに影響し合っ動作する工程要素のシミュレーション評価を柔軟にできる。

【0087】次に本発明の第2の実施例について説明する。なお、図1と同一部分には同一符号を付してその詳



しい説明は省略する。図13は工程能力評価シミュレータの機能ブロック図であって、このシミュレータは、上記図1に示す工程能力評価シミュレータに拡張ベトリネット分割手段10及び拡張ベトリネット通信手段11を付加した構成となっている。

【0088】拡張ベトリネット分割手段10は、拡張ベトリネット保持手段4に保持されている拡張ベトリネット中における所望部分の各要素、例えばプレースP、トランジションT及びアークを用いて接続された部分を分割して新たな拡張ベトリネットとして再定義し、これを再定義拡張ベトリネットとして拡張ベトリネット保持手段4の拡張ベトリネット記憶領域、例えば記憶領域5-nに格納する機能を有している。

【0089】なお、この拡張ベトリネット分割手段10には、拡張ベトリネット中における所望部分の各要素を1つのプレースに置き換える置換え手段としての機能を含んでいる。

【0090】拡張ベトリネット通信手段11は、拡張ベトリネット保持手段4に保持されている各拡張ベトリネットのデータ間で関係付けられた各要素、例えば各プレースP間の状態変化を監視し、これら要素の状態が変化したときに各要素間で情報の伝達を行う機能を有している。

【0091】具体的に拡張ベトリネット通信手段11は、次の各機能を有している。第1に、拡張ベトリネット中の所望のプレースPと、この拡張ベトリネットとは別の拡張ベトリネット中の入出力プレースPとの間で状態変化を伝達し、所望のプレースPに別の拡張ベトリネットの機能を持たせる機能。

【0092】第2に、置換え手段により置換えられた1つのプレースPと、再定義拡張ベトリネット中の入出力プレースPとの間で状態変化を伝達し、置換えられた1つのプレースPに別の拡張ベトリネットの機能を持たせる機能。

【0093】第3に、拡張ベトリネット保持手段4に保持されている複数の拡張ベトリネットを参照し、これら拡張ベトリネット中の少なくとも1つの要素間の相互で状態変化の伝達を行う機能を有する。

【0094】第4に、拡張ベトリネット保持手段4に保持されている複数の拡張ベトリネットのうち工程を表す被参照拡張ベトリネット、この工程うち物の流れを表す第1の参照拡張ベトリネット、及び工程うち人間（作業員）の流れを表す第2の参照拡張ベトリネットを参照し、被参照拡張ベトリネット中の少なくとも1つの要素に対して第1と第2の参照拡張ベトリネット中の少なくとも1つの要素との間のそれぞれで相互に状態変化の伝達を行う機能。

【0095】第5に、拡張ベトリネット保持手段4に保持されている複数の拡張ベトリネットのうち少なくとも、それぞれ異なる主工程を表す複数の主拡張ベトリネ

ット、これら主拡張ベトリネット間を接続するための接続拡張ベトリネット、主拡張ベトリネット中の少なくとも1つの要素を表す部分拡張ベトリネットを参照し、これら主拡張ベトリネット、接続拡張ベトリネット及び部分拡張ベトリネットの各要素間で相互に状態変化の伝達を行う機能である。

【0096】次に上記の如く構成されたシミュレータの作用について説明する。

(a) プレースを拡張ベトリネットに置き換える動作  
文字データやグラフィックイメージ等の工程に関する入力情報が入力デバイス3を通して拡張ベトリネット入力手段2に伝達される。

【0097】この拡張ベトリネット入力手段2は、工程に関する入力情報を受け取り、この入力情報に基づいて、拡張ベトリネットの基本要素であるプレースP、トークンK、アークA、トランジションT、さらに抑止アーク $Q_a$ 、許可アーク $Q_b$ 、抑止リンク $R_a$ 、許可リンク $R_b$ 、排他リンク $R_c$ を用いて、例えば生産システム中の1つの工程を表す拡張ベトリネット及びその初期状態を生成する。

【0098】そして、これら生成された拡張ベトリネットは、拡張ベトリネット保持手段4の各拡張ベトリネット記憶領域5-1~5-nに格納される。拡張ベトリネット通信手段11は、各拡張ベトリネット記憶領域5-1~5-nに格納されている各拡張ベトリネットのデータのうち例えば図14に示す各拡張ベトリネット（以下、部分拡張ベトリネットと称する） $Q_1$ 、 $Q_2$ を読み出し、このうち一方の部分拡張ベトリネット $Q_1$ 中のプレース $P_{20}$ と、他方の拡張ベトリネット $Q_2$ 中の入出力プレース $P_{21}$ 、 $P_{22}$ との間をそれぞれ状態伝達パス $B_1$ を介して接続する。

【0099】これにより、拡張ベトリネット通信手段11は、部分拡張ベトリネット $Q_1$ 中のプレース $P_{20}$ と拡張ベトリネット $Q_2$ 中の入出力プレース $P_{21}$ 、 $P_{22}$ との間で状態変化を伝達し、部分拡張ベトリネット $Q_1$ 中のプレース $P_{20}$ に拡張ベトリネット $Q_2$ の機能を持たせるものとなる。

【0100】すなわち、部分拡張ベトリネット $Q_1$ 中のプレース $P_{20}$ を拡張ベトリネット $Q_2$ の機能に置き換える機能である。次に、拡張ベトリネット状態更新手段6は、拡張ベトリネット通信手段11により状態伝達パス $B_1$ を介して接続された2つの部分拡張ベトリネット $Q_1$ 、 $Q_2$ を参照し、かつこれら部分拡張ベトリネット $Q_1$ 、 $Q_2$ の各プレースに加工時間や故障発生率等の条件を与え、これらプレースなどの間の取り得る状態を更新して工程に対するシミュレーション評価、例えば所定期間における製品生産数、生産効率、歩留まりなどの工程に対するシミュレーション評価を行う。

【0101】状態更新履歴出力手段7は、拡張ベトリネット状態更新手段6のシミュレーション実行により得ら

れた拡張ベトリネットの状態更新の履歴を、すなわちシミュレーション評価結果をディスプレイ画面等の出力デバイス8に電子的ファイルの形式やグラフィックアニメーションの形式等により表示出力する。

(b) 拡張ベトリネットの再定義の作用

上記同様に、拡張ベトリネット入力手段2は、工程に関する入力情報を受け取り、この入力情報に基づいて、拡張ベトリネットの基本要素を用いて、生産システム中の1つの工程を表す拡張ベトリネット及びその初期状態を生成し、これら生成された拡張ベトリネットを拡張ベトリネット保持手段4の各拡張ベトリネット記憶領域5-1~5-nに格納する。

【0102】拡張ベトリネット分割手段10は、拡張ベトリネット保持手段4に保持されている拡張ベトリネット、例えば図15に示す初期の拡張ベトリネット $Q_3$ 中における所望部分の各要素、例えばブレース $P_{23}$ ~ $P_{26}$ 、トランジション $T_{20}$ ~ $T_{23}$ 及びアークAを用いて接続された部分 $W_1$ を分割し、この部分 $W_1$ を新たな拡張ベトリネット $W_1$ として再定義する。

【0103】そして、拡張ベトリネット分割手段10は、この再定義拡張ベトリネット $W_1$ を拡張ベトリネット保持手段4の拡張ベトリネット記憶領域、例えば記憶領域5-n...に格納する。

【0104】又、拡張ベトリネット分割手段10は、初期の拡張ベトリネット $Q_3$ 中から分割して抜けた部分を1つの構造化ブレース $P_{27}$ に置き換え、拡張ベトリネット $Q_4$ を定義する。この拡張ベトリネット $Q_4$ も拡張ベトリネット保持手段4の拡張ベトリネット記憶領域5-1~5-n...に格納される。

【0105】次に、拡張ベトリネット通信手段11は、各拡張ベトリネット記憶領域5-1~5-nに格納されている拡張ベトリネット $Q_4$ 、再定義拡張ベトリネット $W_1$ を読み出し、拡張ベトリネット $Q_4$ 中の構造化ブレース $P_{27}$ と再定義拡張ベトリネット $W_1$ 中の入出力ブレース $P_{23}$ 、 $P_{26}$ との間をそれぞれ状態伝達パス $B_2$ を介して接続する。

【0106】これにより、初期の拡張ベトリネット $Q_3$ と等価な機能を持つ構造化モデル $Q_4$ 、 $W_1$ が作成される。なお、再定義拡張ベトリネット $W_1$ は、工作機械などの工程要素を表している。

【0107】次に、拡張ベトリネット状態更新手段6は、拡張ベトリネット通信手段11により作成された構造化モデル $Q_4$ 、 $W_1$ における各ブレースに加工時間や故障発生率等の条件を与え、これらブレースなどの間の取り得る状態を更新してシミュレーション評価を行う。

【0108】状態更新履歴出力手段7は、かかるシミュレーション実行により得られた拡張ベトリネットの状態更新の履歴をディスプレイ画面等の出力デバイス8に電子的ファイルの形式やグラフィックアニメーションの形式等により表示出力する。

(c) 拡張ベトリネットの同期評価

上記同様に、拡張ベトリネット入力手段2は、工程に関する入力情報を受け取り、この入力情報に基づいて、拡張ベトリネットの基本要素を用いて、生産システム中の1つの工程を表す拡張ベトリネット及びその初期状態を生成し、これら生成された拡張ベトリネットを拡張ベトリネット保持手段4の各拡張ベトリネット記憶領域5-1~5-nに格納する。

【0109】拡張ベトリネット通信手段11は、拡張ベトリネット保持手段4に保持されている拡張ベトリネット、例えば図16に示す生産システムを表す拡張ベトリネット（以下、被参照拡張ベトリネットと称する） $Q_5$ を読み出す。

【0110】この被参照拡張ベトリネット $Q_5$ は、トークンKの種別によってグループ化（レイヤー化）されるもの、例えば生産システムにおける物の流れを表す部分（各ブレース $P_{28}$ ~ $P_{33}$ 、各トランジション $T_{24}$ ~ $T_{26}$ 及びアーク）と、人間の流れを表す部分（各ブレース $P_{32}$ 、 $P_{33}$ 、各トランジション $T_{25}$ 、 $T_{26}$ 及びアーク）とから構成されている。

【0111】又、拡張ベトリネット通信手段11は、拡張ベトリネット保持手段4に保持されている複数の拡張ベトリネットから、物の流れに関わる拡張ベトリネット（以下、参照拡張ベトリネット） $Q_6$ 、及び人間の流れに関わる拡張ベトリネット（以下、参照拡張ベトリネット） $Q_7$ を読み出す。

【0112】このうち物の流れの参照拡張ベトリネット $Q_6$ は、各ブレース $P_{34}$ 、 $P_{35}$ 及び各トランジション $T_{27}$ ~ $T_{29}$ から構成され、人間の流れの参照拡張ベトリネット $Q_7$ は、各ブレース $P_{36}$ ~ $P_{40}$ 及び各トランジション $T_{30}$ ~ $T_{33}$ から構成されている。

【0113】次に、拡張ベトリネット通信手段11は、被参照拡張ベトリネット $Q_5$ に対して参照拡張ベトリネット $Q_6$ との間で、ブレース $P_{34}$ と各ブレース $P_{28}$ 、 $P_{31}$ との間で状態伝達パス $B_3$ を介して接続し、かつ被参照拡張ベトリネット $Q_5$ に対して参照拡張ベトリネット $Q_7$ との間で、ブレース $P_{29}$ 、 $P_{32}$ 、 $P_{33}$ と各ブレース $P_{36}$ 、 $P_{37}$ との間をそれぞれ状態伝達パス $B_4$ を介して接続する。

【0114】これにより、生産システムを物の流れの参照拡張ベトリネット $Q_6$ と人間の流れの参照拡張ベトリネット $Q_7$ とのそれぞれ異なった視点から見たシミュレーションモデルが作成される。

【0115】なお、図17に示す拡張ベトリネットは、点線によってトークンの種別によりグループ化したもの（ $R_1$ 、 $R_2$ ）と、実線によって装置単位でグループ化したもの（ $S_1$ 、 $S_2$ ）とを示しており、上記図16に示す構造化した拡張ベトリネットは、上記図17に示す拡張ベトリネットを整理し構造化したものである。

【0116】次に、拡張ベトリネット状態更新手段6

は、被参照拡張ベトリネット $Q_5$ に対して物の流れの参照拡張ベトリネット $Q_6$ と人間の流れの参照拡張ベトリネット $Q_7$ とを接続したシミュレーションモデルに対し、それぞれのブレースに加工時間や故障発生率等の条件を与え、これらブレースなどの間の取り得る状態を更新してシミュレーション評価を行う。

【0117】状態更新履歴出力手段7は、かかるシミュレーション実行により得られた拡張ベトリネットの状態更新の履歴をディスプレイ画面等の出力デバイス8に電子的ファイルの形式やグラフィックアニメーションの形式等により表示出力する。

(d) 大規模モデルの作成

上記同様に、拡張ベトリネット入力手段2は、工程に関する入力情報を受け取り、この入力情報に基づいて、拡張ベトリネットの基本要素を用いて、生産システム中の1つの工程を表す拡張ベトリネット及びその初期状態を生成し、これら生成された拡張ベトリネットを拡張ベトリネット保持手段4の各拡張ベトリネット記憶領域5-1~5-nに格納する。

【0118】拡張ベトリネット通信手段11は、拡張ベトリネット保持手段4に保持されている拡張ベトリネット、例えば図18に示す生産システムを表す2つの拡張ベトリネット（以下、主拡張ベトリネットと称する） $Q_8$ 、 $Q_9$ を読み出し、かつ2つの拡張ベトリネット（以下、接続拡張ベトリネットと称する） $Q_{10}$ 、 $Q_{11}$ 、及び1つの拡張ベトリネット（以下、部分拡張ベトリネットと称する） $Q_{12}$ を読み出す。

【0119】これら2つの主拡張ベトリネット $Q_8$ 、 $Q_9$ 、接続拡張ベトリネット $Q_{10}$ 、 $Q_{11}$ 、及び1つの部分拡張ベトリネット $Q_{12}$ は、それぞれワークや作業、制御情報などの異なった視点からシミュレーションモデル化したものである。

【0120】このうち一方の主拡張ベトリネット $Q_8$ は、各ブレース $P_{41} \sim P_{44}$ 及び各トランジション $T_{34} \sim T_{39}$ から構成され、他方の主拡張ベトリネット $Q_9$ は、各ブレース $P_{45} \sim P_{47}$ 及び各トランジション $T_{40}$ 、 $T_{41}$ から構成されている。

【0121】又、一方の接続拡張ベトリネット $Q_{10}$ は、ブレース $P_{45}$ 及び各トランジション $T_{40}$ 、 $T_{41}$ から構成され、他方の接続拡張ベトリネット $Q_{11}$ は、ブレース $P_{46}$ 及び各トランジション $T_{42}$ 、 $T_{43}$ から構成されている。

【0122】又、部分拡張ベトリネット $Q_{12}$ は、各ブレース $P_{48} \sim P_{52}$ 及び各トランジション $T_{48}$ 、 $T_{49}$ から構成されている。次に、拡張ベトリネット通信手段11は、2つの主拡張ベトリネット $Q_8$ と $Q_9$ との間において、ブレース $P_{41}$ と $P_{45}$ との間を一方の接続拡張ベトリネット $Q_{10}$ を介して接続し、かつブレース $P_{44}$ と $P_{47}$ との間を他方の接続拡張ベトリネット $Q_{11}$ を介して接続する。

【0123】又、拡張ベトリネット通信手段11は、主拡張ベトリネット $Q_9$ と部分拡張ベトリネット $Q_{12}$ の間において、ブレース $P_{46}$ に対して入出力ブレース $P_{48}$ と $P_{52}$ とのを接続し、ブレース $P_{46}$ に部分拡張ベトリネット $Q_{12}$ の機能を持たせる。

【0124】すなわち、ワークや作業、制御情報などの異なった視点から見た2つの主拡張ベトリネット $Q_8$ 、 $Q_{10}$ の相互作用を2つの接続拡張ベトリネット $Q_{10}$ 、 $Q_{11}$ によって接続することで表現している。

【0125】さらに、部分拡張ベトリネット $Q_{12}$ の入出力ブレース $P_{48}$ 、 $P_{52}$ の状態変化を主拡張ベトリネット $Q_9$ の1つのブレース $P_{46}$ に伝達することにより、主拡張ベトリネット $Q_9$ は、単純な構造で複雑な動作を行えるようにし、全体のシミュレーションモデルを構造化している。

【0126】次に、拡張ベトリネット状態更新手段6は、上記の如く2つの主拡張ベトリネット $Q_8$ 、 $Q_9$ を2つの接続拡張ベトリネット $Q_{10}$ 、 $Q_{11}$ を介して接続し、かつ主拡張ベトリネット $Q_9$ の1つのブレース $P_{46}$ に対して部分拡張ベトリネット $Q_{12}$ の入出力ブレース $P_{48}$ 、 $P_{52}$ を接続したシミュレーションモデルに対し、それぞれのブレースに加工時間や故障発生率等の条件を与え、これらブレースなどの間の取り得る状態を更新してシミュレーション評価を行う。

【0127】状態更新履歴出力手段7は、かかるシミュレーション実行により得られた拡張ベトリネットの状態更新の履歴をディスプレイ画面等の出力デバイス8に電子的ファイルの形式やグラフィックアニメーションの形式等により表示出力する。

【0128】このように上記第2の実施の形態においては、上記第1の実施の形態に対し、拡張ベトリネット中における所望部分の各要素を分割して新たな拡張ベトリネットとして再定義する拡張ベトリネット分割手段10と、拡張ベトリネット保持手段5に保持されている各拡張ベトリネット間で関係付けられた各要素の状態変化を監視し、これら要素の状態が変化したときに各要素間で情報の伝達を行う拡張ベトリネット通信手段11を付加したので、上記第2の実施の形態と同様の効果を奏することができると共に、生産システムのシミュレーションモデルを、その生産システムを構成する工程要素毎に記述し、又各工程要素の動作を関係づけるワークや制御情報の流れなどを分離して記述でき、シミュレーションモデルの構築に際して入力量及び入力誤りを減らし、モデル化された工程要素を再利用することによりシミュレーションモデルの構築を容易にできる。

【0129】又、拡張ベトリネットで表現される各工程要素のモデルは独立してシミュレーションの実行ができ、生産システム全体のシミュレーションを実行するだけでなく、生産システムの一部を取り出してシミュレーションを行え、工程能力評価を柔軟にできる。

【0130】すなわち、相互に影響し合う独立した複数の拡張ペトリネット、例えば工作機械等のように独立した存在でありながら工程内では互いに影響しあって動作する工程要素のシミュレーションモデル化ができる。

【0131】ワークの流れ以外に生産システムの挙動を表す重要な要素である作業者による工程要素の操作や、さまざまな制御情報の流れを複数の拡張ペトリネットに分離して記述し、相互に情報を伝達しながら動作するシミュレーションモデルを記述することができる。

【0132】物や人間のように異なる情報の流れが存在し、複数の独立した要素により構成され、相互に影響しながら生産システム全体の挙動が定まる実際の生産システムに近い形でシミュレーション評価ができる。

【0133】

【発明の効果】以上詳記したように本発明の請求項1～9によれば、生産システムを拡張ペトリネットを用い、工作機械等の独立した存在でありながら工程内で互いに影響し合って動作する工程要素のシミュレーションを柔軟にできる工程能力評価シミュレータを提供できる。

【0134】又、本発明の請求項2によれば、拡張ペトリネット中を分割し、これを工作機械などの工程要素として表す新たな拡張ペトリネットを再定義できる工程能力評価シミュレータを提供できる。

【0135】又、本発明の請求項3によれば、各拡張ペトリネット間の各要素間で状態変化の情報、すなわち互いに異なる工程間での工作機械等の状態変化の情報を伝達することができる工程能力評価シミュレータを提供できる。

【0136】又、本発明の請求項6によれば、1つのプレースと再定義拡張ペトリネットとの間で状態変化の伝達を行ってシミュレーションモデルを構造化できる工程能力評価シミュレータを提供できる。

【0137】又、本発明の請求項7によれば、それぞれ異なる複数の工程間で相互に状態変化の伝達ができる工程能力評価シミュレータを提供できる。又、本発明の請求項8によれば、工程のうち関係する工程要素の流れの特徴において表す各被参照拡張ペトリネットを用いて、生産システムをそれぞれ異なった視点からシミュレーションモデル化できる工程能力評価シミュレータを提供できる。

【0138】又、本発明の請求項9によれば、多層に構造化したシミュレーションモデルを作成し、単純な構造

にして複雑な動作ができる工程能力評価シミュレータを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わる工程能力評価シミュレータの第1の実施の形態を示す機能ブロック図。

【図2】拡張ペトリネットの基本要素を示す図。

【図3】各要素間を接続した拡張ペトリネットの一例を示す図。

【図4】ペトリネットの基本的な状態変化動作を示す概念図。

【図5】抑止アークを接続した拡張ペトリネットの一例を示す図。

【図6】抑止アークの状態変化動作を示す概念図。

【図7】抑止アークを接続した拡張ペトリネットの一例を示す図。

【図8】抑止アークの状態変化動作を示す概念図。

【図9】抑止リンクの状態変化動作を示す概念図。

【図10】状態変化可能プレース及び状態変化不可能プレースを示す図。

【図11】許可リンクの状態変化動作を示す概念図。

【図12】排他リンクの状態変化動作を示す概念図。

【図13】本発明に係わる工程能力評価シミュレータの第2の実施の形態を示す機能ブロック図。

【図14】部分拡張ペトリネット中のプレースを他の部分拡張ペトリネットに置き換える動作の概念図。

【図15】拡張ペトリネットの再定義の動作の概念図。

【図16】拡張ペトリネットの同期評価の概念図。

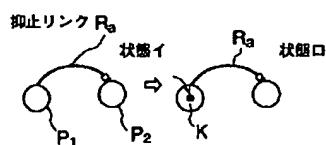
【図17】整理し構造化する前の拡張ペトリネットを示す図。

【図18】拡張ペトリネットによる大規模モデルの作成を示す図。

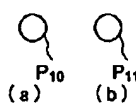
【符号の説明】

- 1…工程能力評価シミュレータ、
- 2…拡張ペトリネット入力手段、
- 3…入力デバイス、
- 4…拡張ペトリネット保持手段、
- 5-1～5-n…拡張ペトリネット記憶領域、
- 6…拡張ペトリネット状態更新手段、
- 7…状態更新履歴出力手段、
- 8…出力デバイス、
- 10…拡張ペトリネット分割手段、
- 11…拡張ペトリネット通信手段。

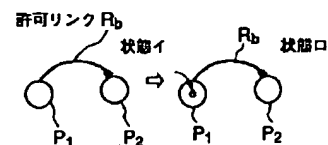
【図9】



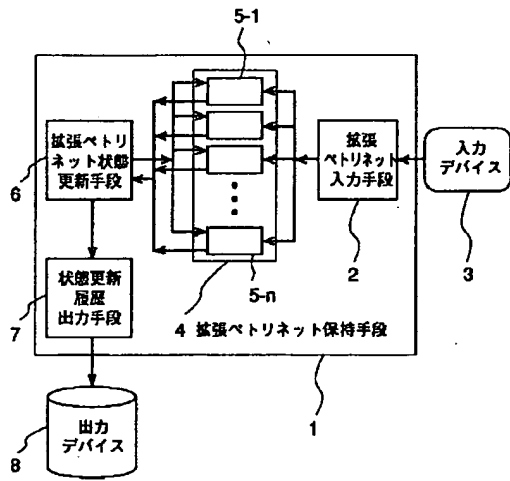
【図10】



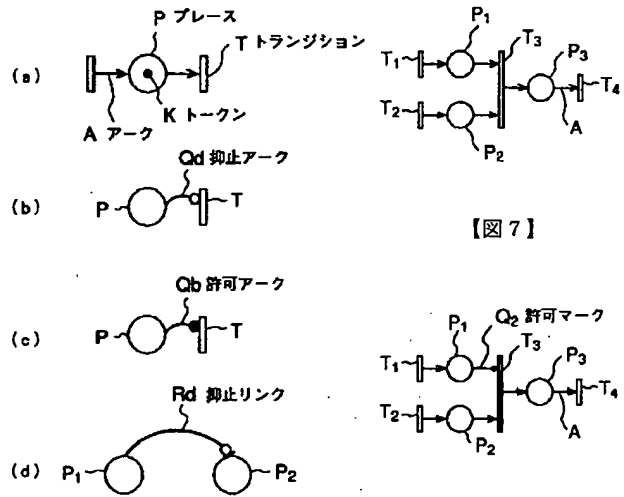
【図11】



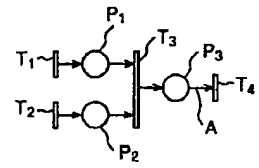
【図1】



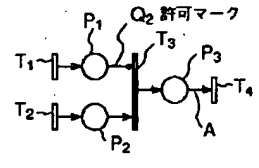
【図2】



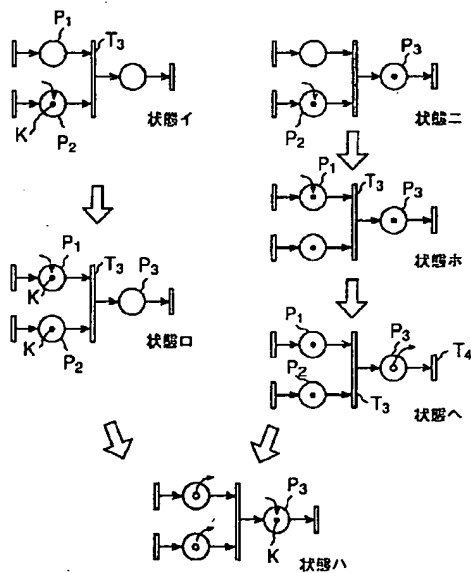
【図3】



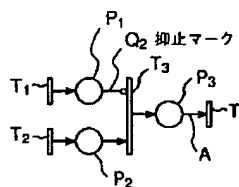
【図7】



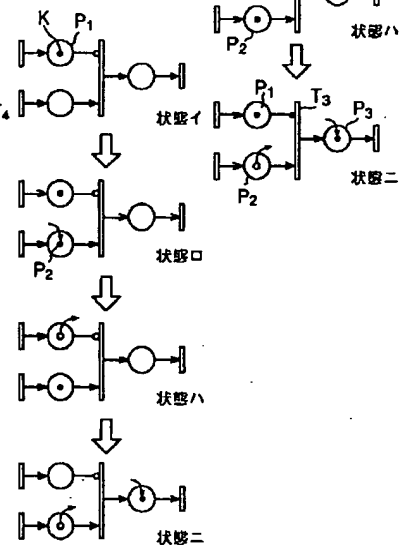
【図4】



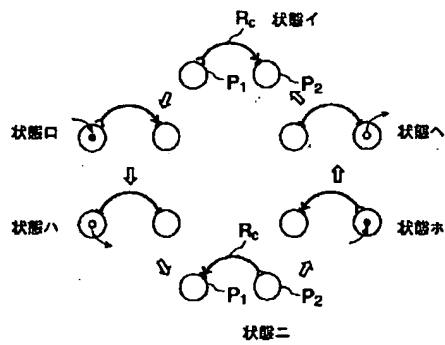
【図5】



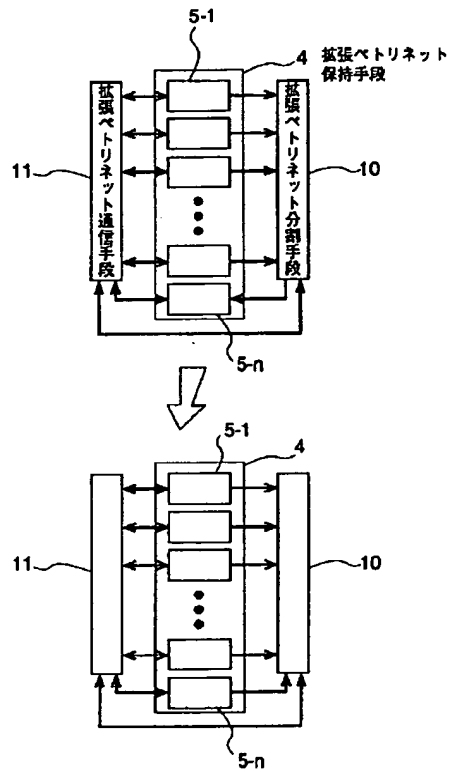
【図6】



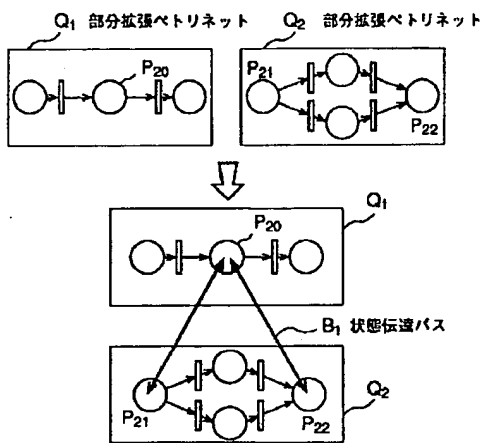
【図12】



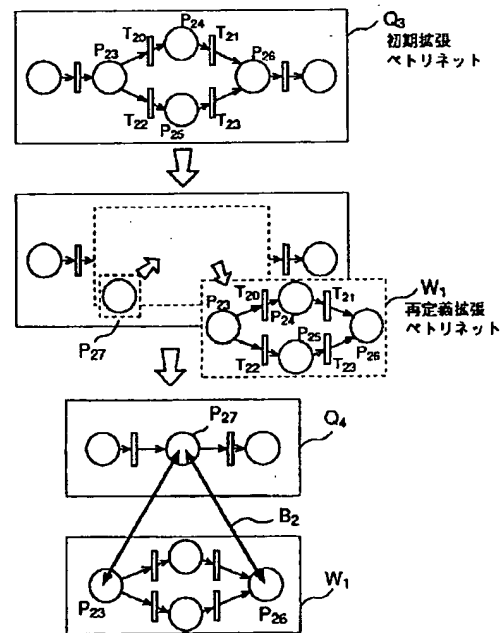
【図13】



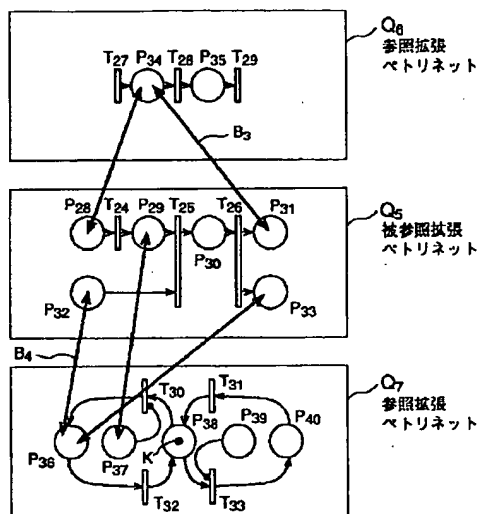
【図14】



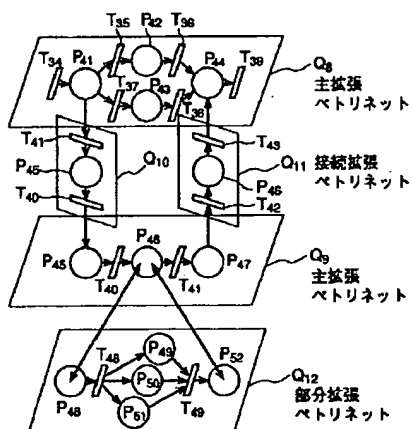
【図15】



【図16】



【図18】



【図17】

